

[Please Click here to view the drawing](#)

Korean FullDoc.

English Fulltext

(19)



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: **100432246 B1**(44)Date of publication of specification:
10.05.2004(21)Application number: **1020030070759**

(71)Applicant:

EPIVALLEY CO., LTD.(22)Date of filing: **10.10.2003**

(72)Inventor:

**YOO, TAE KYUNG
KIM, CHANG TAE**

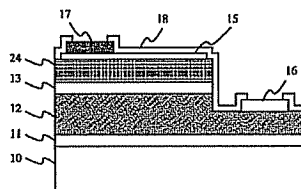
(51)Int. Cl.

H01L 33/00(54) **NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: A nitride compound semiconductor light emitting device is provided to simplify a fabricating process and prevent thermal damage to an active layer due to a subsequent heat treatment process by eliminating the necessity of an additional heat treatment process for extracting hydrogen.

CONSTITUTION: A lower contact layer(12) made of an n-type nitride compound semiconductor is formed on an insulation substrate(10). An active layer(13) made of a nitride compound semiconductor is formed on a predetermined region of the surface of the lower contact layer. An upper contact layer is composed of a p-type nitride compound semiconductor that is obtained by making a hydrogen radical combine with a radical capable of combining with ammonia as a nitrogen precursor and the hydrogen radical in a thermal analysis so as to eliminate the hydrogen radical while a hydrogen-based material is used to generate the radical. The upper contact layer is formed on the active layer. A transparent electrode layer(15) comes in ohmic contact with the upper contact layer, formed on the upper contact layer. An n-type ohmic contact metal layer(16) comes in ohmic contact with the lower contact layer, formed on a predetermined region of the exposed surface of the lower contact layer.



copyright KIPO 2004

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)(51) . Int. Cl.⁷
H01L 33/00(45) 공고일자 2004년05월20일
(11) 등록번호 10-0432246
(24) 등록일자 2004년05월10일(21) 출원번호 10-2003-0070759
(22) 출원일자 2003년10월10일(65) 공개번호
(43) 공개일자(73) 특허권자 에피밸리 주식회사
경기 광주군 오포면 능평리 51-2(72) 발명자 유태경
경기도용인시구성읍마북리629삼거리마을삼성래미안115-603
김창태
경기도성남시분당구야탑동장미마을동부아파트106-301

(74) 대리인 허진석

심사관 : 김동엽

(54) 질화물반도체 발광소자

요약

본 발명에 따른 질화물반도체 발광소자는 질소전구체로 암모니아와 함께 하이드라진계 물질을 사용함으로써 수소추출을 위한 별도의 후속열처리 공정없이 형성된 p형 질화물반도체를 상부접촉층(24)으로 사용하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 수소 추출을 위한 별도의 후속열처리 공정이 필요없기 때문에 공정이 간편하고, 후속열처리에 의해 활성층(13)이 열손상되는 것도 방지할 수 있다.

대표도

도 2

색인어

하이드라진, 암모니아, AlGaInN, 수소

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 질화물반도체 발광소자를 설명하기 위한 단면도;
도 2는 본 발명에 따른 질화물반도체 발광소자를 설명하기 위한 단면도;
도 3은 본 발명에 따른 질화물반도체 발광소자의 전류-전압 특성곡선이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 질화물반도체 발광소자(III-Nitride compound semiconductor light emitting device)에 관한 것으로, 특히 p형 질화물반도체층 내에 원하지 않게 존재하는 수소의 제거를 위한 후속열처리 과정이 필요없는 질화물반도체 발광소자에 관한 것이다. 본 발명에서 말하는 질화물반도체는 $Al_x Ga_y In_{1-x-y} N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, x + y \leq 1$)를 말한다.

질화물반도체 발광소자에서 p형 질화물반도체층의 제조시에 원하지 않게 수소가 p형 질화물반도체층에 포함되게 된다. 이때의 수소에 의해 p형 질화물반도체층이 반도체 성질을 가지는 것이 아니라 절연체의 성질을 가져버리기 때문에 p형 질화물반도체층을 형성한 후에 수소를 제거하기 위한 열처리 공정을 별도로 해야 한다. 따라서, 공정이 복잡할 뿐만 아니라 열처리 공정에 의해 그 밑에 이미 존재하고 있는 활성층이 열적손상을 받게 되어 소자의 성능이 저하될 우려가 많다.

도 1은 종래의 질화물반도체 발광소자를 설명하기 위한 단면도이다.

제조방법을 간단히 설명하면, 먼저, 질화물반도체 발광소자는, 절연기판(10) 상에 버퍼층(11), n형 질화물반도체로 이루어진 하부접촉층(12), 질화물반도체로 이루어진 활성층(13), 및 p형 질화물반도체로 이루어진 상부접촉층(14)을 순차적으로 결정성장 시킨다.

다음에, 400℃ 이상의 고온에서 상부접촉층(14)에 포함된 수소를 떼어내는 활성화 열처리 공정을 거친 후에, 상부접촉층(14) 상에 이와 오믹접촉되는 투명전극층(15)을 형성한다. 그리고, 상부접촉층(14) 및 활성층(13)을 메사(mesa)식각하여 하부접촉층(12)을 노출시킨 후에 하부접촉층(12) 상에 n형 오믹금속전극층(16)을 형성한 후에, 투명전극층(15)상에 본딩패드(17)를 형성하고, 마지막으로 보호막(18)을 형성한다.

본딩패드(17)는 투명전극층(15) 상에 형성하는 것이 보통이지만 투명전극층(15) 일부를 제거하여 상부접촉층(14)에 직접 접하도록 형성하기도 한다. 상부접촉층(14)과 투명전극층(15) 사이에 고농도의 n형 질화물반도체층이나, 이 물질로 이루어진 초격자층(superlattice layer)을 삽입하여 상부접촉층(14)과의 사이에 터널접합(tunnel junction)을 형성하기도 한다. 절연기판(10)으로는 사파이어, SiC, GaN, 또는 AlN 등을 사용한다.

이와같은 발광소자를 제조하기 위해서는 단결정 성장이 요구되는데 유기금속화학증착법(MOCVD, Metal Organic Chemical Vapor Deposition)이 주로 이용된다. 이 경우 GaN을 성장하기 위한 질소(N)의 공급원으로 암모니아(NH_3)가 사용되며, GaN의 성장은 H_2 가, InGaN의 경우 N_2 가 일반적으로 캐리어 가스로 사용된다.

암모니아(NH_3)는 열적으로 매우 안정되어 1000℃ 이상에서도 몇 % 정도의 NH_3 만이 열분해되어 질소(N) 공급원으로서 GaN 성장에 기여한다. 따라서 열분해 효율을 높이기 위해 고온 성장이 불가피하며 결정성이 좋은 GaN을 얻기 위해 요구되어지는 NH_3 /Ga 비 또한 매우 높다.

이러한 다량의 NH_3 는 부산물로 다량의 수소를 발생시키는데, 이 때의 수소가 p형 GaN 성장시에 p형 도펀트(dopant)인 마그네슘과 결합하여 마그네슘(Mg)-수소(H) 원자 결합을 만들어 버리기 때문에 마그네슘(Mg)이 자유 정공(hole)을 만들지 못하여 p형 GaN이 반도체의 성질을 가지지 못한다.

따라서, p형 GaN의 성장 후에 400℃ 이상의 고온에서 어닐링하여 마그네슘(Mg)-수소(H) 원자 결합이 깨지도록 하는 후속 열처리 과정을 거친다. 이로 인해 Mg는 정공(hole)을 제공하게 되고, p형 GaN이 반도체의 성질을 가지게 된다.

상술한 바와 같이, 종래의 질화물반도체 발광소자는 질 좋은 p형 GaN을 얻기 위해 400℃ 이상의 고온에서 열처리하는 과정을 필요로 한다. 그러나, 이로 인해 공정이 복잡해지고, 열처리 도중에 활성층(13)이 열적손상을 받게 되어 소자의 성능이 저하될 우려가 많다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, p형 질화물반도체층 성장 시에 수소가 층내에 포함되지 않도록 함으로써 수소 제거를 위한 별도의 후속 열처리가 필요없도록 하는 질화물반도체 발광소자를 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 질화물반도체 발광소자는, 절연기판 상에 형성되며 n형 질화물반도체로 이루어지는 하부접촉층; 상기 하부접촉층 표면의 소정영역상에 적층된 질화물반도체로 이루어지는 활성층; 상기 활성층 상에 형성되며, 질소전구체로서 암모니아 및 열분해시에 수소기와 결합할 수 있는 래티칼을 생성하는 하이드라진계 물질을 함께 사용하여 수소기가 상기 래티칼과 결합하여 제거되도록 함으로써 얻어지는 p형 질화물반도체로 이루어지는 상부접촉층; 상기 상부접촉층 상에 형성되며 상기 상부접촉층과 오믹접촉되는 투명전극층; 및 상기 하부접촉층의 노출표면의 소정영역 상에 형성되며 상기 하부접촉층과 오믹접촉되는 n형 오믹접촉 금속층; 을 포함하는 것을 특징으로 한다.

이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 도면에 있어서, 도 1과 동일한 참조번호는 동일 기능을 수행하는 구성요소를 나타내며 반복적인 설명은 생략한다.

아래의 실시예는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시된 것일 뿐이며 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상 내에서 많은 변형을 할 수 있다. 따라서, 본 발명의 권리범위가 이러한 실시예에 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 안된다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 질화물반도체 발광소자를 설명하기 위한 단면도이다.

투명전극층(15)으로는 니켈, 금, 은, 크롬, 티타늄, 백금, 팔라듐, 로듐, 이리듐, 및 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나로 이루어지거나 또는 이들 군으로부터 선택된 두개 이상의 조합으로 이루어질 수 있다. 예컨대, 니켈을 0.5nm - 100nm 두께로 증착하고, 금을 0.5nm - 1000nm 두께로 증착한 후에 300℃ - 1000℃로 질소, 산소 또는 질소와 산소 혼합 가스 분위기에서 1초 - 60분 동안 열처리하여 상부접촉층(14)과 오믹 접촉이 되도록 형성한다. 더욱 바람직하게는 니켈을 0.5nm - 10nm 두께로 증착하고, 금을 0.5nm - 10nm 두께로 증착한 후에 400℃ - 700℃로 질소 또는 질소와 산소 혼합 가스 분위기에서 1초 - 5분 동안 열처리한다.

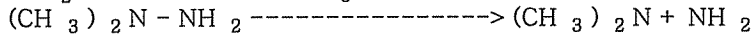
보호막(18)은 질화실리콘, 산화실리콘, 산화티타늄, 산화알루미늄 중에 하나 또는 두개 이상의 조합으로 이루어질 수 있다. 각 보호막의 두께는 0.1nm - 10000nm가 가능하며, 바람직하게는 10nm - 1000nm 두께가 적합하다.

상부접촉층(24)은 수소 추출을 위한 별도의 후속열처리 공정을 행하지 않고 형성된다. 본 발명의 특징부에 해당하는 상부접촉층(24)의 제조공정을 자세히 설명하면 다음과 같다.

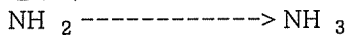
우선, 질소 전구체(Nitrogen Precursor)로서 암모니아와 함께 하이드라진(Hydrazine)계 물질을 사용한다. 하이드라진계 물질의 질소기와 질소기 사이의 결합에너지는 33.4Kcal로서, 암모니아의 질소기와 수소기 사이의 결합에너지인 93.3Kcal보다 훨씬 낮은 결합에너지를 가지고 있다. 따라서 500℃ 이상의 낮은 온도에서도 하이드라진 물질의 질소 간 결합은 쉽게 깨어지게 되고, 그 결과 NH₂ 기가 형성되게 된다.

다이메틸하이드라진(DM-hydrazine)을 일례로 들어서 설명하면 아래와 같다.

다이메틸하이드라진이 열분해되어 형성된 NH₂ 기는 매우 불안하고 반응성이 높아서 가능한 빨리 주변의 H기와 결합하여 열적으로 안정한 암모니아(NH₃) 형태로 변환하려고 한다. 따라서, 암모니아에서 H가 떨어져 나오면 이 H는 NH₂ 라디칼과 결합하여 NH₃로 될 것이다.

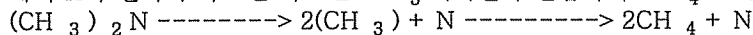


열분해



수소기 결합

또한, 하이드라진의 열분해로 일차적으로 형성된 (CH₃)₂N기는 2차 열분해를 거치면서 N기와 CH₃기를 형성하게 되는데 이때 CH₃기도 열적으로 불안하여 주변의 수소와 결합하여 CH₄를 형성하려고 한다. 따라서, 암모니아에서 H가 떨어져 나오면 이 H는 CH₃ 라디칼과 결합하여 CH₄로 될 것이다.



열분해 수소기 결합

따라서, 암모니아와 함께 하이드라진을 AlGaInN:Mg 성장의 질소 전구체로 사용하면, 암모니아에 의해서 기체상 반응층(Gas Phase Layer)에 존재하는 수소기가 하이드라진의 NH₂ 및 CH₃ 라디칼에 의해서 효과적으로 제거되게 되고, 그 결과 암모니아를 단독으로 사용하였을 때 쉽게 발생하는 Mg-H 복합체의 형성을 극소화 하거나 없앨 수 있다. 모든 하이드라진 소스는 NH₂기를 반드시 포함하므로 반응기내의 기체상(Gas Phase)에서 수소기 제거 역할을 할 수 있게 되는 것이다. 이렇게 암모니아에서 제공되는 수소를 하이드라진을 통해서 없앨 수 있기 때문에 종래와 같이 Mg-H 결합을 깨기 위한 별도의 후속열처리 공정을 할 필요가 없게 된다.

이러한 이론적 배경을 근거로 하여 p형 GaN을 형성하는 구체적인 실시예를 설명하면 다음과 같다.

하이드라진 소스로 다이메틸하이드라진(Dimethylhydrazine; DMHy)을, 갈륨 소스로 트리메틸갈륨(Trimethylgallium; TMGa)을, Mg 소스로 Cp₂Mg를 사용한다. 질소 전구체로는 하이드라진과 암모니아를 혼합하여 사용하는데, 이때 사용된 암모니아는 소량으로서 이렇게 소량의 암모니아를 하이드라진과 혼합하여 사용하는 경우가 하이드라진만을 이용하였을 경우 보다 GaN 박막의 표면상태가 개선된다. 이때 소량이라 함은 기존의 정상적인 암모니아 사용량의 반 이하의 암모니아를 사용하는 것을 통칭하여 표현하는 것이다. 즉, 여기서의 소량이라 함은 종래의 방법에서 사용되는 암모니아의 양에 비해서 소량이라는 것이며, 본원발명에서 사용되는 하이드라진의 양과의 관계에서 의미를 가지는 것이 아니다.

p형 GaN박막의 성장 시 사용되는 하이드라진의 양으로는 하이드라진과 갈륨의 몰유속율(Molar Flow Rate) 하이드라진/갈륨이 1~1000 인 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 1~500 인 것이 좋다. 이 때 혼합되는 암모니아의 양은 암모니아/갈륨 분율이 10000 이하, 더욱 바람직하게는 5000 이하인 것이 좋다.

하이드라진을 이용하여 p형 AlGaInN 박막형성 시 캐리어가스(Carrier Gas)로서 질소(N₂)와 함께 수소(H₂)를 사용한다. 수소기의 형성억제를 위해서 질소기를 주로 사용하는 것이 바람직하나, 수소를 혼합하여 사용할 경우 보다 높은 홀농도(Hole Concentration)를 얻을 수 있다. 이는 수소가 GaN의 성장 시 기저 도핑농도를 낮추는 역할을 하기 때문이다. 바람직한 캐리어 가스로는 질소 캐리어 가스에 수소를 0% 이상 100% 이하로 혼합하는 것이 바람직하며, 더 바람직하게는 0% 이상 80% 이하로 혼합하는 것이 바람직하다.

[실험예]

암모니아를 사용하여 p-GaN층을 형성하는 종래의 경우는 Mg-H 결합으로 인하여 절연체와 같은 특성을 띠기 때문에 홀 측정(Hall measurement)이 불가능하므로 고온에서 후속열처리를 하여 수소를 제거하여 p형으로 변환한 다음에 홀 측정을 실시하였다. 반면, 하이드라진을 이용하여 p형 GaN층을 형성하는 본 발명의 경우는 어떠한 후속열처리도 실시하지 않고 홀 측정을 실시하였다. 본 발명의 경우 2 ~ 13 x 10¹⁷ [/cm³]의 홀농도와, 10 ~ 50 [cm²/Vs]의 홀 이동도(Hole mobility)를 갖으므로써 열처리 공정없이도 p형이 된다는 것이 입증되었다. p형 접촉금속(con

tact metal)의 얼로이(Alloy) 열처리를 실시하지 않고 홀 측정을 함으로써 얼로이(Alloy) 열처리로 인한 p형으로의 전환에 대한 논쟁 여지를 사전에 제거하였다.

또한, 면저항을 비교측정한 결과 하이드라진을 이용하여 p형 GaN층을 형성한 후에 후속열처리를 하지 않은 본 발명의 경우가 암모니아를 이용하여 p형 GaN층을 형성한 후에 후속열처리를 하는 종래의 경우보다 2-3배 낮은 면저항(Sheet Resistance)값을 나타내었다. 이 측정 결과는 하이드라진을 이용할 경우 후속 열처리없이도 p형 AlGaInN:Mg 박막이 형성된다는 것의 중요한 뒷받침 근거 자료가 된다.

표 1은 암모니아를 이용하여 p형 GaN층을 형성한 후에 고온 열처리(Activation Annealing)를 하고 투명전극층을 형성한 종래의 LED와, 하이드라진을 이용하여 p형 GaN층을 형성한 후에 후속열처리를 하지 않고 투명전극층을 형성한 본 발명에 따른 LED의 전기적 특성을 비교한 표이다.

[표 1]

	NH3를 사용한 p-GaN (활성화열처리후 투명전극 형성)	하이드라진을 사용한 p-GaN (활성화열처리 없이 투명전극 형성)
구동전압 (20mA에서)	3.15V	3.15V
역방향항복전압 (-10 μ A에서)	20V	26.7V
광출력 (20mA에서)	12mW	13.5mW

본 발명의 경우 동작 전압이 20mA에서 3.15V로 양호 하였다. 광출력의 경우 종래의 경우 12mW(자체 측정 기준)인데 비해서 본 발명의 경우 13.5mW로 10% 이상 개선됨을 볼 수 있다. 이 결과로부터 열처리 공정에 의한 수소 추출 공정을 생략함으로써 활성층의 품질을 개선할 수 있음을 볼 수 있다. 역방향 항복 전압도 기존의 20V에서 26V로 개선되었음을 알 수 있다.

도 3은 본 발명에 따른 LED에 대한 전류-전압 특성곡선인데, 도 3을 참조하면, 후속열처리를 거치지 않더라도 반도체의 성질이 제대로 나타나고 있음을 알 수 있다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 의하면, 수소 추출을 위한 별도의 후속열처리 공정이 필요없기 때문에 공정이 간편하고, 후속열처리에 의해 활성층이 열손상되는 것도 방지할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

절연기판 상에 형성되며 n형 질화물반도체로 이루어지는 하부접촉층;

상기 하부접촉층 표면의 소정영역상에 적층된 질화물반도체로 이루어지는 활성층;

상기 활성층 상에 형성되며, 질소전구체로서 암모니아 및 열분해시에 수소기와 결합할 수 있는 래티칼을 생성하는 하이드라진계 물질을 함께 사용하여 수소가 상기 래티칼과 결합하여 제거되도록 함으로써 얻어지는 p형 질화물반도체로 이루어지는 상부접촉층;

상기 상부접촉층 상에 형성되며 상기 상부접촉층과 오믹접촉되는 투명전극층; 및

상기 하부접촉층의 노출표면의 소정영역 상에 형성되며 상기 하부접촉층과 오믹접촉되는 n형 오믹접촉 금속층; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 상부접촉층과 상기 투명전극층 사이에 고농도의 n형 질화물반도체층이나, 이 물질로 이루어진 초격자층(superlattice layer)이 삽입되는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

청구항 3.

제1항에 있어서, 투명전극층이 니켈, 금, 은, 크롬, 티타늄, 백금, 팔라듐, 로듐, 이리듐, 및 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나로 이루어지거나 또는 선택된 두개 이상의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 절연기판이 사파이어, SiC, GaN, 또는 AlN로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

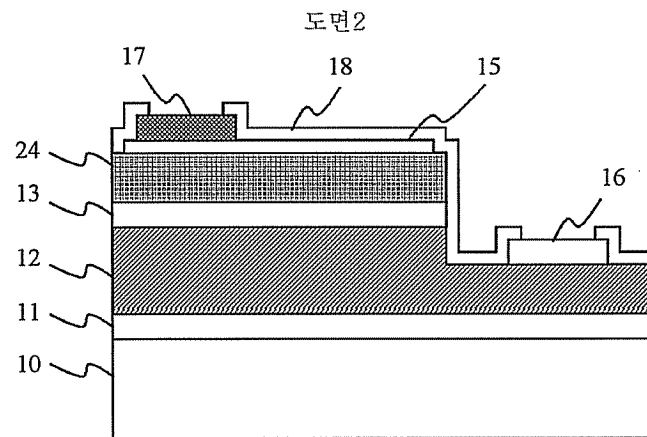
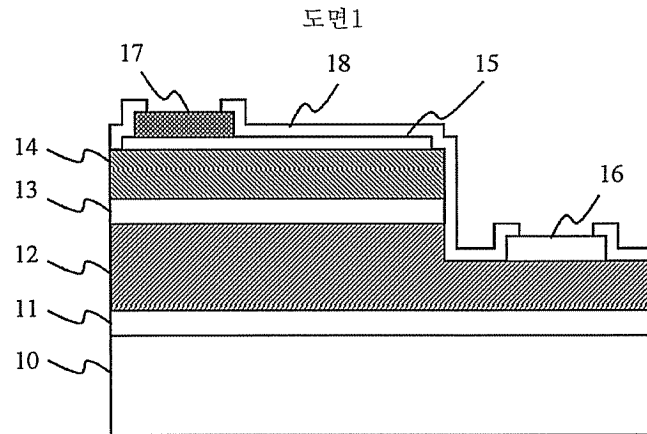
청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 투명전극에 상기 상부접촉층을 노출시키는 개구부가 형성되고, 상기 개구부에 상기 상부접촉층과 직접 접촉하는 본딩패드가 형성되는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 하이드라진계 물질의 사용시에 암모니아도 같이 사용되어 지는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

도면



도면3

I-V curve

